

El Uso de la Realidad Virtual Inmersiva en Terapias Motrices

N. Jofré, G. Rodríguez, Y. Alvarado, J. Fernández, R. Guerrero

Laboratorio de Computación Gráfica / Dpto. Informática / FCFMyN /
Universidad Nacional de San Luis

Ejército de los Andes 950, Tel: 0266 4420823, San Luis, Argentina
{npasinetti, gbrodriguez, ymalvarado, jmfer, rag}@unsl.edu.ar

Resumen

La Realidad Virtual (RV) se ha convertido en una herramienta poderosa con una infinidad de áreas de aplicación en la vida cotidiana, permitiendo abordar tópicos cada vez más complejos entre los cuales se encuentran los vinculados al área de la salud.

Debido principalmente a su característica inmersiva, la realidad virtual ha logrado tener un gran impacto psicológico y físico en las personas gracias a que puede engañar al cerebro y a su vez al sistema motor humano para que experimente y reaccione a sensaciones que no son reales, pero que lo parecen. Esto habilita a recrear situaciones destinadas a tratar y/o estudiar problemas relacionados a la salud física de las personas.

A diferencia de los tratamientos tradicionales, la RV permite incluso alcanzar un grado de exposición superior al que sería posible en vivo, dado que la manipulación de un entorno virtual facilita enfatizar aquellas situaciones a recrear; es por ello que la sensación de inmersión es un aspecto clave.

Esta propuesta de trabajo pretende aplicar RV inmersiva acompañada de dispositivos que permitan capturar la motricidad del cuerpo humano con el fin de utilizarla como una herramienta alternativa para la terapia física en pacientes.

Palabras clave: Realidad Virtual, Computación Gráfica, Interfaces Humano-Computadoras, Interfaz Natural de Usuario, Terapia Física.

Contexto

La propuesta de trabajo se lleva a cabo dentro de la línea de Investigación “*Procesamiento de Información Multimedia*” del proyecto “*Tecnologías Avanzadas Aplicadas al Procesamiento de Datos Masivos*”. Este proyecto es desarrollado en el ámbito del Laboratorio de Computación Gráfica de la Universidad Nacional de San Luis.

Introducción

Durante los últimos años, la tecnología de RV se ha desarrollado significativamente. En cuanto a las aplicaciones de RV, estas comenzaron como simples aplicaciones gráficas hechas para el entretenimiento y el aprendizaje hasta llegar a utilizarse en la actualidad ampliamente en muchas ramas profesionales [1, 2, 3].

Esta revolución tecnológica ha influenciado diversos aspectos en la vida del ser humano, facilitando y mejorando las tareas cotidianas. En pleno auge de innovación, las herramientas tecnológicas han venido a intentar ayudar aún (en ciertos aspectos) a uno de los mayores inconvenientes del ser humano: la salud. Actualmente, las tecnologías avanzadas relacionadas a los gráficos por computadora se encuentran interviniendo en diversas áreas de la salud desde estudios rutinarios, educación médica, operaciones quirúrgicas, diseño e impresión de prótesis 3D, hasta el tratamiento de enfermedades [4, 5].

Es conocido que el uso de técnicas de RV afecta a la percepción e interacción del ser humano, ya que éste se desenvuelve eficientemente en un entorno virtual en tiempo real haciendo uso de sus sentidos y habilidades naturales. Adicionalmente, es posible lograr que a largo plazo el empleo de la RV altere el cuerpo físico mediante el uso de dispositivos de seguimiento corporal. Ambas capacidades pueden ser utilizadas para asistir en las terapias de pacientes, tanto físicas como psicológicas [6, 7].

Uno de los usos de la RV más frecuentemente mencionados en la bibliografía es el tratamiento de condiciones psicológicas tales como fobias y ansiedades por medio de la exposición que se conoce como **Terapia de Exposición a la Realidad Virtual** (VRET - *Virtual Reality Exposition Therapy*). Existen muchos casos de uso exitoso de tales herramientas terapéuticas, como por ejemplo en el tratamiento de la *acrofobia* y el *trastorno de estrés postraumático* [8, 9].

Por otro lado, la terapia física basada en Realidad Virtual es uno de los desarrollos recientes más innovadores y prometedores en tecnología de rehabilitación, en la cual el usuario interactúa con imágenes generadas por ordenador a la vez que puede moverse y manipular objetos virtuales, y realizar otras acciones que incrementan la sensación de inmersión en el ambiente simulado logrando generar la sensación de presencia en el mundo virtual [10].

Los pacientes sometidos a terapia física tradicional pasan por una serie de sesiones realizando ejercicios para ayudar a mejorar el rango de movimiento en las regiones afectadas del cuerpo debido a una enfermedad o lesión. Sin embargo, los pacientes encuentran estas tareas repetitivas y aburridas y terminan por no completar el programa de terapia prescrita. Se ha demostrado que los ejercicios de terapia basada en juegos han llevado a un aumento de las tasas de cumplimiento [11].

En el caso de estudio [12] se describen mejoras en la percepción visual, el equilibrio y

la movilidad luego de once sesiones de rehabilitación con juegos de deportes que usan sensores de movimientos. Recientemente, los videojuegos han sido introducidos en la práctica clínica logrando ser una herramienta beneficiosa para promover las habilidades motoras en pacientes. Si bien, algunos autores sostienen que el contenido y los mecanismos de las intervenciones de rehabilitación rara vez se han definido objetivamente, las oportunidades ofrecidas por los videojuegos y los sensores de movimiento han logrado captar el interés de los terapeutas [13].

En [14] los autores sostienen que los niños con Síndrome de Down tienen puntuaciones más bajas en tareas de equilibrio y agilidad que los niños con otros trastornos. Para estos casos y de acuerdo a investigaciones realizadas es posible mejorar el equilibrio con videojuegos de *Wii-fit* como una terapia eficiente basada en Realidad Virtual.

Es evidente que la aplicación de sistemas de realidad virtual como intervenciones terapéuticas para mejorar las habilidades de movimiento en pacientes con impedimentos motores es un área prometedora de investigación en rehabilitación. Para lograr un sistema de terapia física exitosa se debe considerar que la rehabilitación motriz consiste en el análisis y enseñanza correcta (en calidad y cantidad) de ciertos movimientos motrices; para ello es necesario disponer de los dispositivos de seguimiento corporal adecuados para cada caso.

Con el fin de lograr representaciones creíbles para las distintas terapias mencionadas, es necesario el desarrollo de aplicaciones realistas que incluyan técnicas de visualización digital avanzadas, simulación de escenarios virtuales con entidades estáticas y dinámicas (entre ellas la generación de humanos virtuales) y simulaciones de propiedades físicas; todos estos aspectos son investigados por los autores del presente artículo [15, 16, 17, 18]. Adicionalmente, se requiere el uso de sistemas inmersivos [19] y dispositivos de interacción natural tales como los guantes de datos [20], los sensores de seguimiento corporales, sensores de

cabeza, entre otros.

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

En función de lo anteriormente expresado, resulta que la realidad virtual se convierte en una herramienta poderosa que posibilita asistir y/o mejorar las terapias físicas actuales. Considerando que la motricidad es el dominio que el ser humano es capaz de ejercer sobre su propio cuerpo, la idea de esta propuesta es instruir en la enseñanza de ese dominio. Para ello si bien la motricidad es una característica integral ya que intervienen todos los sistemas del cuerpo, resulta necesario establecer una clasificación más específica. Por lo tanto si se tienen en cuenta los movimientos motrices y los dispositivos de RV que permiten detectarlos, se propone clasificar las aplicaciones para terapias del sistema motor humano en dos líneas de investigación.

▪ *Motricidad Gruesa.*

Los sistemas que detectan motricidad gruesa deben considerar los movimientos drásticos y pronunciados; aquellos que involucran grupos musculares grandes con una significativa aplicación de fuerza, distancia y movimiento. La motricidad gruesa comprende todo lo relacionado con el desarrollo del cuerpo, coordinando desplazamientos y equilibrio, por lo tanto en general su detección se refiere a considerar aquellas acciones realizadas con la totalidad del cuerpo debiendo procesar los grandes grupos musculares y posturales del cuerpo humano.

En consecuencia, debido a su característica de general, la terapia física con RV involucra el uso de dispositivos que permiten detectar la totalidad del cuerpo como por ej. *Kinect*, *Wii*, entre otros [21, 22].

▪ *Motricidad Fina.*

Los sistemas de terapia para motricidad fina trabajan con movimientos voluntarios mucho más precisos que implican pequeños grupos de músculos. El control de la motricidad fina es la coordinación de músculos, huesos y nervios para producir movimientos pequeños y precisos. Un sistema de motricidad fina debería por ejemplo incluir los mecanismos para que un paciente pueda recoger un pequeño elemento con el dedo índice y el pulgar. Usualmente los sistemas de motricidad fina consideran a todas aquellas acciones que se realizan básicamente con las manos, a través de coordinaciones óculo-manuales. Sin embargo, la motricidad fina también incluye la acción de los pequeños grupos musculares de la cara y los pies. Las aplicaciones de terapia física con RV para motricidad fina requieren de dispositivos de detección de movimiento más precisos, dentro de los cuales se encuentra el *guante de datos* (dispositivo capaz de adquirir información sobre la flexión de los dedos, orientación de la mano, etc.), *guante háptico* (dispositivo capaz de retornar fuerza y/o tacto), y otros dispositivos de control gestual (*Leap Motion*, entre otros) [23, 24, 25].

Resultados y Objetivos

El grupo de trabajo, además de pertenecer a un proyecto de investigación de la UNSL, ha desarrollado tareas dentro del marco de un Proyecto de la Comunidad Europea. Asimismo, se ha obtenido la aprobación de 4 proyectos por parte de la Secretaría de Políticas Universitarias para la concreción de las actividades ya iniciadas.

Como consecuencia, se han desarrollado 2 trabajos finales de carreras asociados al uso de guantes de datos y sensores corporales dentro de un sistema de RV inmersivo, así como también la elaboración de aplicaciones de innovación y desarrollo asociadas a la temática planteada.

Actualmente las acciones se encuentran focalizadas en la incorporación de nuevas estrategias que permitan alcanzar una mejor percepción e interacción al mismo tiempo que se logre alterar el cuerpo físico.

Formación de Recursos Humanos

Los trabajos realizados han permitido la concreción de trabajos de fin de carrera de la Licenciatura en Ciencias de la Computación, así como también la definición de tres trabajos de tesis de Maestría en Ciencias de la Computación, actualmente en ejecución.

Adicionalmente se ha obtenido una beca de iniciación a la investigación y una beca de perfeccionamiento, otorgadas por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNSL.

Referencias

- [1].J. Vince. *Introduction to Virtual Reality*. Springer London, 2011.
- [2].J. Linowes. *Unity Virtual Reality Projects*. Packt Publishing, 2015.
- [3].F. Steinicke. *Being Really Virtual: Immersive Natives and the Future of Virtual Reality*. Springer International Publishing, 2016.
- [4]. J.D. Westwood. *Medicine Meets Virtual Reality: The Convergence of Physical & Informational Technologies: Options for a New Era in Healthcare*. Studies in health technology and informatics. IOS Press, 1999.
- [5].R.J. Lamson. VR immersion therapy for treating psychological, psychiatric, medical, educational and self-help problems, July 30 2002. US Patent 6,425,764.
- [6].Levin M. F., Weiss P.L., Keshner E.A. *Emergence of virtual reality as a tool for upper limb rehabilitation: incorporation of motor control and motor learning principles*. Phys Ther. 2015, 95(3), 415-25.
- [7].D.J. Reinkensmeyer and V. Dietz. *Neurorehabilitation Technology*. Springer International Publishing, 2016
- [8].Russell A. McCann at al.. Virtual reality exposure therapy for the treatment of anxiety disorders: An evaluation of research quality. *Journal of Anxiety Disorders*, 28(6):625 – 631, 2014
- [9].T. D. Parsons and A. Rizzo. Virtual Human Patients for Training of Clinical Interview and Communication Skills. In *International Conf on Disability, VR and Associated Technology*, Maia, Portugal, September 2008.
- [10]. Davide Corbetta, Federico Imeri, and Roberto Gatti. Rehabilitation that incorporates vr is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 61(3):117-124, 2015.
- [11]. Shawn N. Gieser, Peter Sassaman, Eric Becker, and Fillia Makedon. Pot hunter: A virtual reality game for analyzing range of motion. In *Proceedings of the 8th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, PETRA '15, pages 3:1 {3:4, New York, NY, USA, 2015. ACM.
- [12]. Judith E Deutsch, Megan Borbely, Jenny Filler, Karen Huhn, and Phyllis Guarrera-Bowlby. Use of a low-cost, commercially available gaming console (wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. *Physical Therapy*, 88(10):1196, 2008.
- [13]. John Whyte and Tessa Hart. Its more than a black box; its a russian doll: Defining rehabilitation treatments. *American Journal*

- of Physical Medicine Rehabilitation*, 82(8):639-652, 2003.
- [14]. Yee-Pay Wuang, Ching-Sui Chiang, Chwen-Yng Su, and Chih-Chung Wang. Effectiveness of virtual reality using wii gaming technology in children with down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 32(1):312 - 321, 2011.
 - [15]. Yoselie Alvarado et al. Visualización digital avanzada: desafío científico y tecnológico. In *XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, pag 344-348, 2011.
 - [16]. Yoselie Alvarado et al.. Simulación de entidades en realidad virtual. In *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2012.
 - [17]. Yoselie Alvarado et al.. Simulación de personajes conversacionales virtuales dentro de un entorno de realidad virtual. In *XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2013.
 - [18]. Yoselie Alvarado et al.. Vida artificial y personajes virtuales. In *XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2014.
 - [19]. Yoselie Alvarado et al.. A virtual reality computing platform for real time 3d visualization. In *XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2012.
 - [20]. L. N. Jofré et al.. Non-verbal communication interface using a data glove. In *2016 IEEE Congreso Argentino de Ciencias de la Informática y Desarrollos de Investigación (CACIDI)*, pag. 1–6, Nov 2016.
 - [21]. <http://www.xbox.com/es-AR/xbox-one/accessories/kinect>.
 - [22]. <https://www.nintendo.es/Wii/Wii-94559.html>.
 - [23]. <http://www.5dt.com/data-gloves/>.
 - [24]. <http://www.cyberglovesystems.com/cyb-ertouch/>.
 - [25]. <https://www.leapmotion.com/>.